

团 体 标 准

T/CI ***—2024

超缓凝混凝土设计与施工技术规范

Technical Specifications for Application of Ultra-retardation

Concrete

(征求意见稿)

2024-**-**发布

2024-**-**实施

中国国际科技促进会

发布

目 次

| | |
|----------------------------|------------|
| 超缓凝混凝土设计与施工技术规范 | I |
| 目 次 | 错误! 未定义书签。 |
| 前 言 | III |
| 超缓凝混凝土设计与施工技术规范 | 1 |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和符号 | 2 |
| 3. 1 术语 | 2 |
| 3. 2 符号 | 2 |
| 4 原材料 | 3 |
| 4. 1 水泥 | 3 |
| 4. 2 粗、细集料 | 3 |
| 4. 3 矿物掺合料 | 3 |
| 4. 4 缓凝剂 | 3 |
| 4. 5 水 | 4 |
| 4. 6 其他外掺材料 | 5 |
| 5 配合比设计 | 5 |
| 5. 1 基本要求 | 5 |
| 5. 2 配合比计算 | 5 |
| 5. 3 配合比的试配与调整 | 6 |
| 6 混凝土性能要求 | 6 |
| 6. 1 一般规定 | 6 |
| 6. 2 混凝土性能要求 | 7 |
| 7 生产与施工质量控制 | 8 |
| 7. 1 原材料管理 | 8 |
| 7. 2 混凝土拌制 | 9 |
| 7. 3 超缓凝混凝土质量控制 | 10 |
| 7. 4 混凝土运输、浇筑 | 11 |
| 7. 5 超缓凝混凝土养护 | 12 |
| 8 特殊气候条件下的施工 | 12 |
| 8. 1 雨季施工 | 12 |
| 8. 2 风天施工 | 13 |
| 8. 3 高温季节施工 | 13 |
| 8. 4 低温季节施工 | 13 |
| 9 质量检验 | 14 |
| 9. 2 混凝土性能检验应符合下列规定： | 14 |

前 言

超缓凝混凝土是在一定时间范围内，通过延长凝结时间以满足施工要求，后期不降低混凝土性能和强度的特殊混凝土，超缓凝混凝土的开发和有效使用，可使混凝土施工技术实现多样化。为规范超缓凝混凝土的配制及其在建设工程中的应用，在进行了广泛调研、试验研究和成果转化的基础上，针对超缓凝混凝土的设计及施工技术编制本规范。

本文按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中交第二公路工程局有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件起草单位：中交第二公路工程局有限公司、中交二公局萌兴工程有限公司、中国建筑材料科学研究院有限公司、中交二公局华西建设有限公司、甘肃五环公路工程有限公司、陕西路桥工程检测有限公司、成都建工第七建筑工程有限公司。

本文件主要起草人：薛成、祝河清、王振地、党崇民、田毅、伏亚峰、郝生炜、云峰、张娟、江舜荣、陈康见、巨高权、沈玉、鲁金鹏、张铁印、蔡国斌、戚红星、赵麦强、童丰华、张艾、郑杰、缪昌文、刘跃伟、陈舸。

本文件是首次发布。

超缓凝混凝土设计与施工技术规范

1 范围

本规范规定了超缓凝混凝土的原材料技术要求、配合比、混凝土技术要求、生产与施工质量控制、质量检验与验收。

本规程适用于建设工程中对混凝土凝结时间有延缓的特殊要求的工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

| | |
|------------|------------------------|
| GB 175 | 《通用硅酸盐水泥》 |
| GB 0108 | 《地下工程防水技术规范》 |
| GB 8076 | 《混凝土外加剂》 |
| GB 14684 | 《混凝土用砂》 |
| GB 14685 | 《混凝土用卵石、碎石》 |
| GB 50119 | 《混凝土外加剂应用技术规范》 |
| GB 50164 | 《混凝土质量控制标准》 |
| GB 50204 | 《混凝土工程施工质量验收规范》 |
| GB 50209 | 《建筑地面工程施工质量验收规范》 |
| GB 50666 | 《混凝土工程施工规范》 |
| GB/T 1596 | 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 |
| GB/T 9142 | 《混凝土搅拌机》 |
| GB/T 10171 | 《混凝土搅拌站(楼)》 |
| GB/T 50081 | 《普通混凝土力学性能试验方法标准》 |
| GB/T 50082 | 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 |
| GB/T 50107 | 《混凝土强度检验评定标准》 |
| JGJ 52 | 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 |
| JGJ 55 | 《普通混凝土配合比设计规程》 |

| | |
|------------|-------------------|
| JGJ 63 | 《混凝土用水标准》 |
| JGJ/T 193 | 《混凝土耐久性检验评定标准》 |
| JGJ/T 241 | 《人工砂混凝土应用技术规程》 |
| JG/T 472 | 《钢纤维混凝土》 |
| DBJ53/T-79 | 《超缓凝混凝土配制及应用技术规程》 |

3 术语和符号

3.1 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 缓凝剂 retarding agent

能延长混凝土凝结时间的外加剂。

3.1.2 超缓凝高效减水剂 ultra retarding superplasticizer

能延缓混凝土初凝时间至 24h 以上，且在混凝土坍落度基本相同的条件下，减水率不小于 14% 的减水剂。

3.1.3 混凝土初凝时间 initial setting time of concrete

混凝土从加水开始到贯入阻力达到 3.5MPa 所需要的时间。

3.1.4 混凝土终凝时间 final setting time of concrete

混凝土从加水开始到贯入阻力达到 28.0MPa 所需要的时间。

3.1.5 凝结时间差 difference in setting time

受检混凝土与基准混凝土凝结时间的差值。

3.1.6 超缓凝混凝土 ultra-retardation concrete (URC)

混凝土初凝时间大于 60h，终凝时间小于 120h，初终凝时间差小于 20h，28d 强度不低于设计强度等级的混凝土。

3.2 符号

$f_{cu,o}$ 超缓凝混凝土的试配抗压强度 (MPa)；

$f_{cu,k}$ 超缓凝混凝土立方体抗压强度标准值(即混凝土的设计强度等级值) (MPa)；

σ 超缓凝混凝土强度标准差 (MPa)；

k 超缓凝混凝土强度影响系数 (MPa)；

f_b 胶凝材料 28d 胶砂抗压强度实测值 (MPa)；

α_a 、 α_b 回归系数。

4 原材料

4.1 水泥

配制超缓凝混凝土应选用普通硅酸盐水泥，水泥应符合 GB 175 的规定。严禁选用快硬硅酸盐水泥、铝酸盐水泥和快硬硫铝酸盐水泥等快硬型水泥。水泥应符合 GB 175 的规定。

4.2 粗、细集料

4.2.1 粗集料

粗骨料除应符合 GB 14685 和 JGJ 52 的规定外，还应符合下列要求：

粗骨料宜选用级配合理、粒形良好、质地均匀坚固的非碱活性的骨料，粗骨料的最大公称粒径不宜超过钢筋的混凝土保护层厚度的 2/3，且不得超过钢筋最小间距的 3/4。粗骨料最大公称粒径不应大于 25mm，含泥量≤1%。

4.2.2 细集料

细骨料除应符合 GB 14684 和 JGJ 52 和 JGJ/T 241，还应符合下列要求：

细骨料宜选用级配良好的 II 区中砂；采用天然河砂时，含泥量应不大于 3%；采用机制砂时，石粉含量应不大于 10%。

4.3 矿物掺合料

4.3.1 矿物掺合料主要包括粉煤灰、粒化高炉矿渣粉等矿物细料，应其质量应分别符合 GB/T 1596 和 GB/T 18046 的规定。超缓凝混凝土中可掺入大量的矿物掺合料，有利于改善超缓凝混凝土技术性能，可单掺也可复掺，其品种和掺量应根据工程的技术要求、掺合料品质和资源条件，经试验确定。

4.3.2 粉煤灰应选用 I 、 II 级灰。

4.3.3 粒化高炉矿渣粉应选用 S75、S95 和 S105 级矿粉。

4.3.4 掺合料应储存到有明显标志的储罐或仓库中，在运输和储存过程中应防水、防潮，并不应混入杂物。

4.4 缓凝剂

缓凝剂应符合 GB 8076 和 GB 50119 的规定。缓凝剂使用前应先做水泥适应性试验，应选用与水泥适应性优良的外加剂，禁止使用与水泥适应性不良或不适应的外加剂。其匀质性指标还需符合表 4.4 的要求。

表 4.4 缓凝剂的匀质性指标

| 试验项目 | 指标 | |
|-------------------------|---|---|
| | 液体 | 粉状 |
| 密度 (g/cm ³) | 应在生产厂控制值的±0.02 g/cm ³ 之内 | |
| 氯离子含量(%) | 不应超过生产厂控制值 | 不应超过生产厂控制值 |
| 总碱量(%) | 不应超过生产厂控制值 | 不应超过生产厂控制值 |
| 细度(%) | | 不应超过生产厂控制值 |
| 含水率(%) | | W>5%时, 要求控制在 0.90W~1.10W; W≤5%时, 要求控制在 0.80W~1.20W |
| 固体含量(%) | S>25%时, 要求控制在 0.95S~1.05S; S≤25%时, 要求控制在 0.90S~1.10S | |

4.4.1 应根据工程需求设计凝结时间，按照超缓凝剂生产单位提供的推荐掺量范围进行选择，并应经过混凝土配合比试拌后确定：

- a) 应根据工程需求设计凝结时间，按照超缓凝剂生产单位提供的推荐掺量范围进行选择，并应经过混凝土配合比试验后确定；
- b) 采用葡萄糖酸钠超缓凝剂时，折固掺量宜控制在 0.25%~0.30%；采用蔗糖超缓凝剂时，折固掺量宜控制在 0.15%~0.25%；
- c) 超缓凝混凝土强度等级每提高或降低一个等级时，超缓凝剂折固掺量宜相应增加或降低 0.01%~0.02%；

4.4.2 特殊条件下超缓凝剂的掺量调整应符合以下规定：

- a) 夏季施工时，超缓凝剂的折固掺量应比常温下的掺量增加 0.02%~0.05%；
- b) 冬季施工时，超缓凝剂的折固掺量应比常温下的掺量降低 0.02%~0.05%；
- c) 对矿物掺合料掺量大于 40%的混凝土，超缓凝剂折固掺量应降低 0.02%~0.05%。

4.5 水

混凝土拌合用水应符合 JGJ 63 的规定。当使用搅拌站循环水时，应经试验验证，满足要求后方可使用。

4.6 其他外掺材料

4.6.1 钢纤维

- a) 钢纤维的选用应符合现行行业标准 JG/T 472 的有关规定。
- b) 有特殊功能要求的钢纤维混凝土结构，当按计算所需钢纤维体积率小于以上规定时，应具有可靠的工程经验或经试验验证。

4.6.2 其他外掺剂和掺配材料应符合 GB 8076、GB 50119 相关技术标准。

5 配合比设计

5.1 基本要求

超缓凝混凝土配合比设计应符合 JGJ 55 的规定，并应满足下列要求：

- a) 混凝土配合比试验应采用工程中实际使用的原材料，配合比试验的凝结时间值应比设计值高 5%~10%；
- b) 混凝土拌合物出厂坍落度宜控制在 160mm~220mm，无水作业时，施工坍落度宜控制在 140mm~180mm，水下浇筑时，施工坍落度宜控制在 180mm~200mm；
- c) 矿物掺合料的掺量应通过试配确定，URC20~URC40 强度等级混凝土矿物掺合料掺量宜为 25%~50%，URC15 及其以下强度等级混凝土的矿物掺合料掺量宜为 50%~70%；
- d) 混凝土拌合物的初凝时间宜大于 60h，终凝时间宜小于 120h，且初终凝时间差宜小于 20h。

5.2 配合比计算

5.2.1 超缓凝混凝土的试配强度计算

超缓凝混凝土的试配强度应按公式进行（5.2.1）：

$$f_{cu,o} \geq f_{cu,k} + 1.645 \sigma \quad (5.2.1)$$

式中： $f_{cu,o}$ — 超缓凝混凝土的试配强度，单位为兆帕（MPa）；

$f_{cu,k}$ — 超缓凝混凝土立方体抗压强度标准值，取超缓凝混凝土的设计强度等级值，单位为兆帕（MPa）。

σ — 超缓凝混凝土强度标准差，单位为兆帕（MPa）。

5.2.2 超缓凝混凝土的水胶比计算

超缓凝混凝土的水胶比可参考公式（5.2.2）：

$$W/B = \frac{\alpha_a f_b}{k f_{cu,0} + \alpha_a \alpha_b f_b} \quad (5.2.2)$$

式中：k—超缓凝混凝土的强度影响系数，为同一配合比超缓凝混凝土 28d 抗压强度值与普通混凝土 28d 抗压强度值的比值，可实测。无实测值时，初凝时间在 60h~80h，可按 0.90 取值；初凝时间在 80h~100h 时，可按 0.85 取值。

$f_{cu,o}$ —胶凝材料 28d 胶砂抗压强度实测值，单位为兆帕 (MPa)；

α_a 、 α_b —回归系数，根据粗骨料品种取值。

5.2.3 超缓凝混凝土配合比须采用工程实际使用的原材料，进行混凝土拌合物性能、力学性能试验，试验结果应满足设计和施工要求。兼作主体结构的超缓凝混凝土还应进行耐久性试验，试验结果应满足耐久性要求。

5.2.4 当现场实际温度超过 25℃，或低于 15℃时，应进行超缓凝剂掺量的调整，具体调整以试配为主。超缓凝剂掺量与室外温度成正比例增加或减少，但不能超过生产单位推荐掺量值。否则会出现不凝结或者达不到施工要求。

5.3 配合比的试配与调整

5.3.1 超缓凝混凝土的配合比计算应以 JGJ 55 为依据。计算出的超缓凝混凝土配合比需经试拌，混凝土的试拌应采用工程中实际使用的原材料。

5.3.2 超缓凝混凝土配合比的试配、调整与确定应按下列要求进行：

- a) 试配时，应按计算的配合比进行试拌。试拌时应采用三个超缓凝剂掺量，掺量分别为基准掺量、基准掺量增加和减少 0.2%。先检查拌合物性能是否满足设计和施工要求；
- b) 当拌合物的凝结时间不能满足要求时，应对超缓凝剂掺量进行合理调整。如果凝结时间较要求相差较远时，应采取调整超缓凝剂化学物质组成以满足设计凝结时间要求；
- c) 当拌合物的流动性、黏聚性和保水性不能满足要求时，应保证水胶比不变，调整胶凝材料用量和砂率。当仍不能满足要求时，应对配合比重新进行分析，调整混凝土拌合物性能目标值，重新设计配合比；
- d) 经检测混凝土拌合物性能满足要求后，成型试件标准养护 28 天后检测混凝土强度试验，当不满足设计要求时，应对配合比进行适当调整后，重新进行设计试拌检测再次确认。

5.3.3 超缓凝混凝土设计配合比应在生产和施工前进行适应性调整，以调整后的配合比作为施工配合比。混凝土生产过程中，应及时测定粗、细骨料的含水率，并应根据其变化情况及时调整施工配合比。

6 混凝土性能要求

6.1 一般规定

6.1.2 超缓凝混凝土施工应编制详细的施工技术方案。

6.1.3 超缓凝混凝土宜采用预拌混凝土，其质量应符合 GB 50164 的规定。

6.1.4 超缓凝混凝土的拌合物性能、力学性能、耐久性能和长期性能应符合设计和施工的要求。

6.1.5 当超缓凝混凝土体作为结构主体或其一部分时，设计需应满足结构要求外，在施工与使用阶段还应对其抗裂、抗渗、防水等耐久性要求进行测试。

6.1.6 超缓凝混凝土原材料的选用应满足防水混凝土的要求。

6.2 混凝土性能要求

6.2.1 超缓凝混凝土拌合物应具有良好的黏聚性、保水性和流动性，不得离析、泌水。坍落度和扩展度等级划分及其允许偏差应符合 GB 50164 的规定。

6.2.2 超缓凝混凝土的技术性能指标应符合表 6.2.2 的规定。

6.2.3 超缓凝混凝土的强度等级应按 28d 立方体抗压强度标准值划分为：URC15、URC20、URC25、URC30、URC35 和 URC40。

6.2.4 超缓凝混凝土 28d 抗压强度应不小于混凝土设计强度等级，宜采用 28d 龄期的抗压强度作为配合比设计、强度评定及竣工验收依据，也可按设计或合同规定，采用 60d 龄期的抗压强度作为配合比设计、强度评定及竣工验收依据。

6.2.5 超缓凝混凝土的强度检验评定应符合 GB/T 50107 的规定，力学性能试验方法应符合 GB/T 50081 的规定。

6.2.6 超缓凝混凝土的耐久性能等级划分和检验评定应符合 GB 50164 和 JGJ/T 193 的规定。超缓凝混凝土长期性能与耐久性能的试验方法应符合 GB/T 50082 的规定。

表 6.2.2 掺超缓凝剂的混凝土的技术性能指标

| 试验项目 | 技术性能指标 |
|----------|------------|
| 减水率 | ≥14% |
| 泌水率比 | ≤100% |
| 含气量 | <4.5% |
| 凝结时间差 | 初凝 >+90min |
| | 终凝 — |
| 抗压强度比 | ≥125% |
| | ≥125% |
| | ≥120% |
| 收缩率比 (%) | ≤135 |
| 对钢筋锈蚀作用 | 无锈蚀 |

7 生产与施工质量控制

7.1 原材料管理

7.1.1 超缓凝混凝土的原材料质量检验应符合 GB 50164 的规定。原材料的质量应符合本规范第 4 章的相关规定, 条件允许的情况下, 原材料宜一次性采购进场并妥善储藏。

7.1.2 水泥进厂时应对水泥品种、强度等级、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查, 并应对其强度、安定性、凝结时间等性能进行复检。经检测合格后, 采用水泥专用罐储存并标识清楚, 矿物掺合料应对其品种、质量等级进行检查, 并应对其技术指标进行复检。生产过程中水泥的厂家以及规格等均不得进行调整, 且水泥用于生产前, 需要对其初凝时间进行检测, 不同批次水泥在使用前必须通过试拌验证, 在确定超缓凝混凝土工作性和 3d 立方体抗压强度符合标准的情况下, 才能够用于实际生产中。

7.1.3 超缓凝剂进场检验和工程中的抽检项目应包括 pH 值、密度(或细度)、混凝土凝结时间和减水率等。生产过程中使用的超缓凝剂应按照每 20t 一个批次进行送检, 合格后方可使用。

7.1.4 胶凝材料和骨料的贮存应符合下述规定:

- a) 水泥应按品种、强度等级和生产厂家分别贮存, 不得与矿物掺合料等其他粉状物料相混淆, 并应防止受潮;
- b) 矿物掺合料应按品种、质量等级和产地分别贮存, 不得与水泥等其他粉状物料相混淆, 并应防雨和防潮;
- c) 骨料应按品种、规格分别堆放, 堆场应采用能排水的硬质地面, 各料堆之间设置隔挡, 防止混料, 并应有遮雨防尘设施。

7.1.5 超缓凝剂贮存应符合下述规定:

- a) 超缓凝剂应按不同供货单位、不同品种、不同牌号分别存放, 标识应清楚。
- b) 粉状外加剂应防止受潮结块, 如有结块, 经性能检验合格后, 应粉碎至全部通过 0.63mm 筛后方可使用。液体外加剂应放置在阴凉干燥处, 防止日晒、受冻、污染、进水或蒸发, 如有沉淀等现象, 经搅拌均匀后取样进行性能检验, 合格后方可使用。
- c) 超缓凝剂进入混凝土搅拌站应立取具有代表性样品进行送检, 到场的超缓凝剂与工程试配时所用超缓凝剂经检测一致方可入库使用。若发现性能不一致或者不合格时, 应拒收。
- d) 当采用与高效减水剂复合成的超缓凝减水剂时, 存放时, 采用不易发生化学反应的塑料桶, 使用前应充分搅拌, 避免外加剂沉淀, 造成混凝土配合比存在差异。

7.1.6 各种原材料贮存处应有显著标识。

7.2 混凝土拌制

7.2.1 所有进场材料，均必须通过检测合格后，放置专门区域妥善保管。

7.2.2 拌制超缓凝混凝土前，应使用经检测合格的超缓凝剂，生产过程中必须严格按照规定以及要求使用超缓凝剂等。

7.2.3 超缓凝剂宜用于日最低气温 5℃以上施工的混凝土，且应根据供货单位的推荐掺量、环境温度和施工要求的混凝土凝结时间来选择适合的超缓凝剂，并通过试验试配确定其具体掺量，以满足工程要求。用于配置超缓凝混凝土的超缓凝剂，不能用于配置其他型号混凝土。

7.2.4 当环境温度波动超过 10℃时，应经试验调整超缓凝剂掺量。

7.2.5 生产过程中，必须由至少两名现场质检人员核对，确定使用材料、数量无误，且与拌合楼控制台所输入的配料单相同。生产的所有混凝土结构均需要留取 3 组到 4 组混凝土试件，试件需要用于 3d 强度检测、7d 强度检测以及 28d 强度检测。

7.2.6 混凝土的初凝时间无法满足施工要求时，则需要重新配置超缓凝剂。混凝土凝固初期，需要每 3h 进行一次表面检测。当 72h 到 84h 范围内混凝土试件抗压强度超过 3MPa，需要重新试验调整掺缓凝剂的掺量，在不影响强度的情况下减少水泥用量，增加生产过程中缓凝剂的使用量，达到延长混凝土的初凝时间。

7.2.7 当在检测过程中发现抗压强度过大等情况时，需要及时通知工地暂缓施工；同时安排专人查明原因，待问题解决后方可正常施工。施工过程中为避免出现错误，材料、浇筑部位、含水率、施工配合比均应以开盘通知单的形式，需要明确标准，并由专人进行核对。

7.2.8 原材料计量应采用电子计量设备，其精度应满足 GB/T 10171 的要求，使用前应确认其工作正常。超缓凝剂计量必须准确。以溶液掺加时应先加入拌合水中且溶液中的水量应从拌合水中扣除，难溶和不溶物较多时应采用干掺法并延长混凝土搅拌时间 30s。

7.2.9 每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。每盘混凝土的原材料计量允许偏差应符合表 7.2.10 的规定，并应每班检查 1 次。在原材料计量过程中，应根据粗、细骨料的含水率变化及时调整水和粗、细骨料的称量。

表 7.2.10 混凝土原材料计量允许偏差（按质量计，%）

| 材料品种 | 水泥 | 骨料 | 水 | 外加剂 | 掺合料 |
|----------|----|----|----|-----|-----|
| 每盘计量允许偏差 | ±2 | ±3 | ±1 | ±1 | ±2 |
| 累计计量允许偏差 | ±1 | ±2 | ±1 | ±1 | ±1 |

注：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。

7.2.10 超缓凝混凝土应采用预拌混凝土搅拌站集中生产，并应符合 GB/T14902 的规定。搅拌机应满足 GB/T 9142 的要求，宜采用双卧轴强制式搅拌机；搅拌机在使用前应清洗干净，在使用过程中不得搅拌其他品种的混凝土。

7.2.11 原材料投料方式应满足混凝土搅拌技术要求和混凝土拌合物质量要求。搅拌时间宜控制在 60s~90s，当外加剂以粉剂掺入时，搅拌时间应增加不少于 30s。

7.2.12 超缓凝混凝土制备应符合环保的规定，并宜符合 HJ/T 412 的规定。粉料输送及称量应在密封状态下进行，并应有收尘装置。

7.2.13 搅拌应保证超缓凝混凝土拌合物质量均匀；同一盘混凝土的搅拌匀质性应满足表 7.2.13 的规定。

表 7.2.13 混凝土拌合物匀质性要求

| 检验项目 | 检验标准及要求 |
|-----------|--------------------------------|
| 坍落度 | 坍落度测定值与设计值之间的最大偏差宜控制为±20 mm |
| | 60h 坍落度与配合比实测最大偏差宜控制为±20 mm |
| 水胶比 | 水胶比测定值与求值之间的最大偏差宜控制为±0. 02 |
| 含气量 | <4. 5% |
| 砂浆相对密度 | 混凝土中的砂密度两次测值的相对误差不应大于 0. 8 % |
| 粗骨料含量相对误差 | 单位体积混凝土中粗骨料含量两次测值的相对误差不应大于 5 % |
| 外观 | 色泽一致，无离析、无泌水 |

7.3 超缓凝混凝土质量控制

7.3.1 超缓凝混凝土拌合物的工作性能检验应符合 GB 50164 的有关规定外，尚应符合本规范的有关规定。

7.3.2 在生产和施工过程中，应在拌合站（场）和浇筑地点分别对超缓凝混凝土拌合物的工作性能进行抽样检验。

7.3.3 超缓凝混凝土拌合物的工作性能抽样检验项目应包括凝结时间、坍落度、扩展度、保水性、黏聚性。

7.3.4 超缓凝混凝土拌和物的工作性能检验应符合下列规定：

a) 单桩混凝土量小于 25m³ 时，凝结时间、坍落度、保水性、黏聚性应每桩检验 2 次，前后各一次；

b) 单桩混凝土量大于 25m³ 时，凝结时间、坍落度、保水性、黏聚性应每桩检验 3 次，前中后各

一次。

7.3.5 超缓凝混凝土拌合物的性能应符合设计及施工要求。

7.3.6 超缓凝剂的品种、用量应根据环境温度、施工要求的超缓凝混凝土凝结时间、运输距离、静停时间、强度等经试验确定。

7.3.7 超缓凝剂宜以液体掺入，使用前应加入水中拌合均匀，超缓凝剂溶液中的水量应从拌合水中扣除。难溶和不溶的粉剂应采用干掺法，并宜延长搅拌时间 30s。

7.3.8 超缓凝剂的混凝土浇筑、振后，应及时养护。

7.3.9 当环境温度波动超过 10℃时，应经试验调整超缓凝剂掺量。

7.4 混凝土运输、浇筑

7.4.1 超缓凝混凝土的施工除应符合 GB 50666 和 GB 50164 的有关规定外，尚应符合本规范的有关规定。

7.4.2 超缓凝混凝土在运输过程中不应离析和分层。严禁在超缓凝混凝土运输和浇筑成型过程中往拌合物中随意加水，改变配合比水灰比。当混凝土运输至施工现场，坍落度不满足施工要求时，应在专业人员的指导下进行调整，并应进行记录。

7.4.3 当超缓凝混凝土用于浇筑大体积混凝土时应符合下列规定：

- a) 施工应提前制订专项施工方案，并应对混凝土采取温度控制措施；
- b) 施工前对大体积混凝土进行温度控制，使其内部最高温度不高于 75℃，外表温差不大于 25℃，混凝土表面与大气温差不大于 20℃；
- c) 超缓凝混凝土应根据体积分层、分块浇筑，上层混凝土应在下层混凝土初凝后，终凝前进行，浇筑之前应对下层混凝土的接触面作凿毛处理，间歇期控制应在 7d 以内；分块浇筑时，施工缝应进行凿毛处理，后浇段宜采用微膨胀混凝土，并应一次浇筑完成；
- d) 大体积混凝土的浇筑宜在气温较低时进行，但混凝土的入模温度应不低于 5℃，热期施工时，宜采取措施降低混凝土的入模温度，且其入模温度宜不高于 28℃。

7.4.4 当超缓凝混凝土用于浇筑咬合桩时应符合下列规定：

- a) 混凝土浇筑前应做好准备工作，保证混凝土浇筑能够连续紧凑地进行，单桩混凝土浇筑时间不宜超过 8h，同时应满足在超缓凝桩初凝前浇筑完普通钢筋混凝土桩，保证混凝土接合面不产生渗水的施工缝；
- b) 混凝土浇筑的充盈系数不得小于 1.0，也不宜大于 1.3；
- c) 浇筑混凝土时，当地层地下涌水量较少时，可采用无水作业法浇筑混凝土，且须振捣充分；若地下涌水量较大、发生管涌或孔底不稳定时，应采用水下混凝土浇筑法施工。

7.4.5 当超缓凝混凝土用于浇筑导管混凝土桩时应符合下列规定:

- a) 超缓凝首批混凝土量应能保证导管埋入混凝土深度不小于 0.8m~1.3m, 导管内混凝土柱和导管外泥浆柱应保持平衡;
- b) 混凝土浇筑过程中导管应始终埋在混凝土中, 严禁将导管提出混凝土面, 导管埋入混凝土面的深度宜为 3m~10m, 导管埋人深度不得小于 2m。导管应勤提勤拆, 一次提管拆管不得超过 6m;
- c) 混凝土浇筑中应经常测定和控制混凝土面上升情况, 当混凝土浇筑达到规定标高时, 应经测定确认符合要求后方可停止浇筑;
- d) 混凝土实际浇筑高度应比设计桩顶标高高出一定高度, 最小高度不宜小于桩长的 3%, 且不应小于 1m;
- e) 套管应随混凝土灌注逐段起拔, 时间应控制在超缓凝混凝土初凝之前, 并应注意始终保持套管底低于混凝土面不小于 2.5m;
- f) 混凝土浇注完毕后应及时拔出套管、清除孔口泥浆和混凝土残浆。桩顶混凝土面低于自然地面高度的桩孔应立即回填或加盖。

7.4.6 在混凝土浇筑完毕的桩旁, 36h 内不得开孔。

7.5 超缓凝混凝土养护

7.5.1 超缓凝混凝土养护应符合下列规定:

- a) 超缓凝混凝土养护时间不宜少于 21d;
- b) 在高温天气施工期间, 混凝土应采取保湿措施; 在寒冷气或遇气温骤降天气时浇筑的超缓凝混凝土除应对其外部加强覆盖保温外, 还应延长混凝土的养护时间;
- c) 用于大体积的超缓凝混凝土的温度控制宜按照“内降外保”的原则, 在混凝土内部通水降温时, 进出口水的温差宜不大于 10℃, 且水温与内部混凝土的温差宜不大于 20℃, 降温速率宜不大于 2℃/d, 蓄水保温养护时, 养护水温度与混凝土表面温度的差值应不大于 15℃;
- d) 超缓凝混凝土承重构件养护至同条件养护试件抗压强度达到设计强度方可拆除模板, 对于非承重模板, 只要强度能保证其表面、棱角不因拆模而受损坏即可拆除模板, 且构件养护时间不得少于规范要求;
- e) 在已浇筑的混凝土强度达到 $1.2N/mm^2$ 以前, 不得在其上踩踏或安装模版及支架。

8 特殊气候条件下的施工

8.1 雨季施工

8.1.1 雨期施工期间，应对胶凝材料做好防水和防潮措施，并应对骨料含水率实时监测，及时调整混凝土配合比。

8.1.2 对超缓凝混凝土搅拌、运输设备和浇筑作业面应采取防雨措施。

8.1.3 除采用防护措施外，小雨、中雨天气不宜进行混凝土露天浇筑，且不应开始大面积作业面的混凝土露天浇筑；大雨、暴雨天气不应进行混凝土露天浇筑。

8.1.4 应采取防止基槽内积水的措施。

8.1.5 混凝土浇筑过程中，对因雨水冲刷致使水泥浆流失严重的部位，应采取补救措施后再继续施工。

8.2 风天施工

当在风力大于 5 级的大风天气，应加强粗、细骨料含水量检测，及时调整施工配合比，在大风天气，应对裸露表面混凝土采取防风、保湿、保温措施，防止水分蒸发产生塑性裂缝，并始终保持混凝土表面湿润，直至养护龄期结束。

8.3 高温季节施工

8.3.1 当日平均气温达到 30℃ 及以上时，应按高温施工要求采取措施。

8.3.2 高温施工时，对露天堆放的粗、细骨料应采取遮阳防晒等措施。必要时，可对粗骨料进行喷雾降温。

8.3.3 高温施工混凝土配合比设计除应符合规范规定外，还应根据环境温度、湿度、风力和采取温控措施的实际情况，对混凝土配合比进行调整。

8.3.4 混凝土搅拌时，应对拌合站料斗、储水器、皮带运输机、拌合楼采取遮阳、防晒措施；当对拌合用水直接降温时，可采用冷却装置冷却拌合用水并应对水管及水箱加设遮阳和隔热设施，也可在水中加碎冰作为拌合用水的一部分。

8.3.5 混凝土宜采用白色涂装的混凝土搅拌运输车运输；对混凝土输送管应进行遮阳覆盖，并应洒水降温。

8.3.6 混凝土浇筑入模温度不应高于 35℃。

8.3.7 混凝土浇筑宜在早间或晚间进行，且宜连续浇筑。需要时，应在施工作业面采取挡风、遮阳、喷雾等措施。

8.4 低温季节施工

8.4.1 冬期施工混凝土配合比应根据施工期间环境气温、原材料、养护方法、混凝土性能要求等经试验确定。

8.4.2 冬期施工混凝土搅拌前，宜加热拌合水。水泥、外添加剂、矿物掺合料不得直接加热，应贮于暖棚内预热、混凝土拌合物的出机温度不宜低于10℃，入模温度不应低于5℃。

8.4.3 冬期施工要覆盖、综合蓄热施工，同时注意掺合料的质量活性指数，及时调整外添加剂掺量。

9 质量检验

9.1 超缓凝混凝土拌合物的性能检验应符合本规范第6.2节的规定，缓凝剂性能应符合本规范第4.4节的相关规定。

9.2 混凝土性能检验应符合下列规定：

- a) 超缓凝混凝土的强度检验评定应符合GB/T 50107的规定，其他力学性能应符合设计要求和有关标准的规定；
- b) 超缓凝混凝土的耐久性能检验和长期性能检验评定应符合JGJ/T 193的规定。

9.3 超缓凝混凝土力学性能、长期性能和耐久性能应符合本规范第6.2节的规定。

9.4 超缓凝混凝土工程的质量验收应符合GB 50204、GB 50209、GB 0108的规定。

9.5 超缓凝混凝土用于主要承重构件且有耐久性要求时，在超缓凝混凝土工程施工过程对留样时间进行耐久性试验验证。

9.6 超缓凝混凝土的长期性能和耐久性能试验方法应符合本GB/T 50082规范规定。